

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

INS

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-335131

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 F 1/34

H 0 1 F 1/34

Z

C 0 1 G 49/00

C 0 1 G 49/00

A

C 0 4 B 35/30

C 0 4 B 35/30

C

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-155940

(71) 出願人 000204284

太陽誘電株式会社

東京都台東区上野6丁目16番20号

(22) 出願日

平成9年(1997)5月28日

(72) 発明者 唐沢 秀幸

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

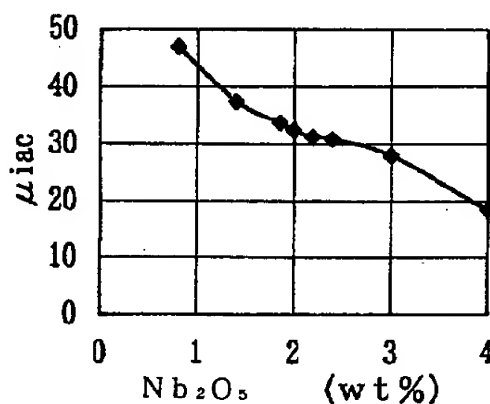
(74) 代理人 弁理士 清水 善▲廣▼ (外1名)

(54) 【発明の名称】 酸化物磁性材料

(57) 【要約】

【課題】 高周波用酸化物磁性材料、特に高周波で使用されるスピネル型フェライト磁性材料を提供する。

【解決手段】 ニッケル-亜鉛-マグネシウム-銅系フェライトを主成分とする酸化物磁性材料に、副成分として  $\text{PbO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Co}_3\text{O}_4$  を所定量含有させることにより、高い初透磁率と小さい温度係数を有し、かつ30MHz以上の高周波での高いQの値を有する材料が得られ、性能の低下を示すことなくLC回路用インダクタンス素子を製造することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ニッケル-亜鉛-マグネシウム-銅系フェライトを主成分とし、これに副成分としてPbOを2.16～3.95重量%、SiO<sub>2</sub>を0.80～1.63重量%、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を1.4～3.0重量%を含有し、あるいは該副成分に、さらにCo<sub>3</sub>O<sub>4</sub>を0.01～0.10重量%を含有していることを特徴とする酸化物磁性材料。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波用酸化物磁性材料に関し、特に高周波で使用されるスピネル型フェライト磁性材料に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、このような高周波で使用されるインダクタンス素子用の軟磁性材料としては、金属に比べ電気抵抗が高く、周波数特性が優れていることから、Ni-Zn-Cu系フェライト、Ni-Cu-Mg系フェライトで代表されるようなスピネルフェライトが使用されてきた。これらの材料は低い温度で焼結でき、損失係数が小さな材料であるので、高周波磁芯用として広く使用されてきた。

【0003】例えば、特開平4-280404号公報に記載された発明は、ニッケル-亜鉛-銅フェライトにNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を0.2～0.8重量%添加するものであり、初透磁率( $\mu_{iac}$ )が500以上で、初透磁率の温度係数( $\alpha_{\mu r}$ )が1.5ppm/°C以下である材料が開示されている。

【0004】また、特開平7-45418号公報には、\*

$$\alpha_{\mu r} = (\mu_{60} - \mu_{20}) / (\mu_{20})^2 / 80 \times 10^6 \cdots (1)$$

と表されるものである。ここで、 $\mu_{20}$ 、 $\mu_{60}$ は、それぞれ-20°C、20°C、60°Cにおける $\mu_{iac}$ の値を示す。

【0007】しかしながら、前記のような従来の技術では、上記の条件を全て満足するものはなく、これらの諸条件を全て満足する新しい材料が要求されている。

【0008】本発明は、このような課題を解決し、初透磁率( $\mu_{iac}$ )が25以上、かつ30MHz以上の高周波でのQが100以上で、初透磁率の温度係数( $\alpha_{\mu r}$ )が2.0以下である磁性材料を提供するものである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明は、ニッケル-亜鉛-マグネシウム-銅系フェライトを主成分とし、これに副成分としてPbOを2.16～3.95重量%、SiO<sub>2</sub>を0.80～1.63重量%、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を1.4～3.0重量%を含有し、あるいはさらに該副成分に、Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>を0.01～0.10重量%を含有していることを特徴とするもので、これにより、初透磁率25以上、初透磁率の温度係数が2.0以下で、※50

\*Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を45.0～49.0モル%、MgOを3.0～9.0モル%、CuOを1.0～4.0モル%、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を2.0～5.0モル%、残部NiOからなる組成物に、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を0.4～1.5重量%、Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>を0.05～0.35重量%添加し、チップコイルでのインダクタンスの温度係数0～750ppm/°C、初透磁率が10.2～12.9、100MHz以上の周波数でQ>100である材料が開示されている。

【0005】また、特開平9-7815号公報には、NiOを10.6～47.7モル%、CuOを5.3～42.4モル%、ZnOを0～14.0モル%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を23.0～47.0モル%、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を0～1.0モル%、CoOを0～0.5モル%の組成で、 $\mu_{iac} < 25$ 、温度係数 $\Delta\mu_T < 0.6$ 、Qが100～200である材料組成が開示されている。なお、ここで示されている $\Delta\mu_T$ は $(\mu_{80} - \mu_0) / \mu_{20} / 80 \times 100$ である。そして、 $\Delta\mu_T$ を初透磁率の温度係数( $\alpha_{\mu r}$ )で表すと約1000倍の値となる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】近年、電子機器に使用される部品の高周波化に伴い、 $\mu_{iac}$ が高く(25以上)、かつ30MHz以上の高周波帯域において、トロイダルQの値も高く(100以上)コアの要求が高まっている。さらに、組み合わせで使用されるコンデンサとの温度補償の関係から小さい温度係数( $\alpha_{\mu r} \leq 2$ )のコアが要求されている。ここで、トロイダルQとは、損失係数 $\tan \delta$ の逆数である。また $\alpha_{\mu r}$ は-20°C、20°C、60°Cの $\mu_{iac}$ を使用して、

※かつ30MHz以上の高周波でのQの値が100以上の酸化物磁性材料を提供することができる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明について説明する。図1、図4及び図7及び図10はそれぞれNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、SiO<sub>2</sub>、PbO及びCo<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の添加量と初透磁率との関係を示す図、図2、図5、図8及び図11はそれぞれNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、SiO<sub>2</sub>、PbO及びCo<sub>3</sub>O<sub>4</sub>添加量と初透磁率の温度係数との関係を示す図、図3、図6、図9及び図12はそれぞれNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、SiO<sub>2</sub>、PbO及びCo<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の添加量と30MHzでのトロイダルQの値との関係を示す図である。

【0011】先ず、本発明においては、材料特性の評価を $\mu_{30MHz}$ 、 $Q_{30MHz}$ 、 $\alpha_{\mu r}$ で行っている。なお、 $\mu_{30MHz}$ は周波数30MHzにおける初透磁率で、この値は高い方がよいが、一般的には高過ぎると高周波特性が低下するという関係にある。また、 $Q_{30MHz}$ は周波数30MHzにおけるトロイダルQの値であり、 $\alpha_{\mu r}$ は20°Cを基準にしたときの-20°Cから+60°Cにおける $\mu_{iac}$ の相対温度変化率を示し、前記の(1)式によ

り求めたものである。

【0012】次に、本発明において副成分として含有させる各成分の範囲の限定理由について、図1乃至図12を参照しつつ説明する。まず、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ を1.4～3.0重量%に定めた理由は、1.4重量%未満ではトロイダルQの値の改善に効果がなく、3.0重量%を超えては初透磁率( $\mu_{\text{iac}}$ )が小さくなってしまふからである。(図1乃至図3参照)。また、 $\text{SiO}_2$ を0.80～1.63重量%に定めた理由は、0.80重量%未満では初透磁率の温度係数( $\alpha_{\mu r}$ )が大きくなってしまふ、1.6重量%を超えると初透磁率が小さくなってしまふからである。(図4乃至図6参照)。また、 $\text{PbO}$ を2.16～3.95重量%に定めた理由は、2.16重量%未満では初透磁率が小さく、3.95重量%を超えると初透磁率の温度係数が大きくなってしまふからである。(図7乃至図9参照)。さらに、 $\text{Co}_3\text{O}_4$  \*

\*を0.01～0.10重量%に定めた理由は、0.01重量%未満ではトロイダルQの値が小さく、0.10重量%を超えると初透磁率の温度係数が大きくなってしまふからである。(図10乃至図12参照)。

【0013】

【実施例】次に、本発明の実施例を比較例と共に実験例として示す。配合時の組成が $\text{Fe}_2\text{O}_3$ :65.08重量%、 $\text{NiO}$ :21.33重量%、 $\text{ZnO}$ :8.72重量%、 $\text{MgO}$ :1.50重量%、 $\text{CuO}$ :3.37重量%からなる主成分に対して、 $\text{Co}_3\text{O}_4$ :0.00～0.12重量%、 $\text{SiO}_2$ :0.00～3.28重量%、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ :0.80～4.00重量%、 $\text{PbO}$ :0.00～4.72重量%を添加した。添加物の各組成を表1に示した。

【0014】

【表1】

試料 No.	$\text{Nb}_2\text{O}_5$ [wt %]	$\text{SiO}_2$ [wt %]	$\text{PbO}$ [wt %]	$\text{Co}_3\text{O}_4$ [wt %]
1	0.80	0.00	0.00	0.00
2	0.80	0.90	3.58	0.07
* 3	1.40	0.90	3.58	0.07
* 4	1.87	0.90	3.58	0.07
* 5	2.00	0.90	3.58	0.07
* 6	2.20	0.90	3.58	0.07
* 7	2.40	0.90	3.58	0.07
* 8	3.00	0.90	3.58	0.07
9	4.00	0.90	3.58	0.07
10	1.87	0.39	3.58	0.07
* 11	1.87	0.80	3.58	0.07
* 12	1.87	1.22	3.58	0.07
* 13	1.87	1.63	3.58	0.07
14	1.87	3.28	3.58	0.07
15	1.87	0.90	4.72	0.07
* 16	1.87	0.90	3.95	0.07
* 17	1.87	0.90	3.58	0.07
* 18	1.87	0.90	3.01	0.07
* 19	1.87	0.90	2.16	0.07
20	1.87	0.90	1.31	0.07
21	1.87	0.90	3.58	0.00
* 22	1.87	0.90	3.58	0.01
* 23	1.87	0.90	3.58	0.03
* 24	1.87	0.90	3.58	0.05
* 25	1.87	0.90	3.58	0.07
* 26	1.87	0.90	3.58	0.08
* 27	1.87	0.90	3.58	0.10
28	1.87	0.90	3.58	0.12

注：\*印は実施例、その他は比較例

【0015】この混合物に水を加え、スチールボールミルで2時間混合後、1000℃で仮焼を行った。得られた粉に水を加えボールミルで2時間粉碎後、PVAバインダを加えて造粒し、外径28mmφ、内径24mmφ、高さ7mmのトロイダルコアを成型し、1040℃で焼成した。

【0016】表1は、試料No. 1からNo. 28までの副成分の添加量を示すもので、\*印は本発明の実施

※例、その他は比較例、また・印部分は、組成の振幅を変えた部分を示すものである。得られたトロイダルコアに0.3mmφの巻線を60ターン巻き、30MHzで常温での初透磁率とQをYHP4191A(横河ヒューレットパッカード(株)製RFインピーダンスアナライザー)で測定した。また-20℃、20℃、60℃の各温度で初透磁率を測定し、前記(1)式により温度係数 $\alpha_{\mu r}$ を計算した。

【0017】得られた結果を表2に示した。この表2は、表1の副成分の各試料に対応する初透磁率、初透磁率の温度係数、トロイダルQの値を示すものである。表1と同様に\*印は本発明の実施例、その他は比較例、但し、・印部分は特性が外れた部分を示すものである。表2の試料No. 1に示したように、 $Nb_2O_5$ のみの添加ではQの値が小さい。試料No. 2～9において、 $Nb_2O_5$ が0.8重量%でQ値の改善が認められるが、初透磁率の温度係数が大きい。本発明における $Nb_2O_5$ の範囲は1.4～3.0重量%であるが、3.0重量%を超えると初透磁率が小さくなってしまふ。また、試料No. 10～14において $SiO_2$ が0.8重量%未満では、初透磁率の温度係数が大きくなってしまふ、1.63重量%を超えると初透磁率が小さくなってしまふ。試料No. 15～20において、 $PbO$ が2.16重量%未満では初透磁率が小さく、3.95重量%を超えると初透磁率の温度係数が大きくなってしまふ。試料No. 21～28において、 $Co_3O_4$ が0.01重量%未満ではトロイダルQの値が小さく、0.01重量%を超えると初透磁率の温度係数が大きくなってしまふ。

【0018】

【表2】

試料 No.	$\mu_{i a c}$ [-]	$\alpha \mu r$ [ppm/℃]	トロイダルQ f = 30 MHz
1	69.2	・ 4.2	・ 10
2	47.0	・ 15.6	・ 50
* 3	37.4	1.9	134
* 4	33.7	-1.6	155
* 5	32.5	-3.0	169
* 6	31.2	-4.2	172
* 7	30.9	-4.7	175
* 8	27.9	-4.1	196
9	・ 18.4	-5.0	189
10	37.7	・ 4.5	160
* 11	34.8	1.9	173
* 12	30.3	-1.5	190
* 13	26.6	-2.6	190
14	・ 18.7	-3.5	191
15	33.5	・ 5.4	180
* 16	33.4	1.9	178
* 17	33.7	-0.6	175
* 18	32.7	-3.2	173
* 19	29.0	-3.3	168
20	・ 24.7	-3.5	167
21	34.6	-9.0	・ 90
* 22	34.5	-8.0	100
* 23	34.2	-6.0	130
* 24	34.0	-3.8	155
* 25	32.5	-2.3	169
* 26	31.0	0.0	190
* 27	29.7	2.0	203
28	28.8	・ 6.8	215

注：\*印は実施例、その他は比較例

【0019】以上のような理由により、本発明における副成分の範囲を決定した。なお、図1乃至図12に、各副成分と初透磁率、初透磁率の温度係数、トロイダルQの関係を示した。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ニッケル-亜鉛-マグネシウム-銅系フェライトを主成分とする酸化物磁性材料に、副成分として $PbO$ 、 $SiO_2$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $Co_3O_4$ を所定量含有させることにより、高い初透磁率と小さい温度係数を有し、かつ30MHz以上の高周波での高いQ値を有する材料が得られ、性能の低下を示すことなくLC回路用インダクタンス素子を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 $Nb_2O_5$ 添加量と初透磁率との関係を示す図である。

【図2】 $Nb_2O_5$ 添加量と初透磁率の温度係数との関係を示す図である。

【図3】 $Nb_2O_5$ 添加量と30MHzでのトロイダルQとの関係を示す図である。

【図4】 $SiO_2$ 添加量と初透磁率との関係を示す図である。

【図5】 $SiO_2$ 添加量と初透磁率の温度係数との関係を示す図である。

【図6】 $SiO_2$ 添加量と30MHzでのトロイダルQとの関係を示す図である。

【図7】 $PbO$ 添加量と初透磁率との関係を示す図である。

【図8】 $PbO$ 添加量と初透磁率の温度係数との関係を示す図である。

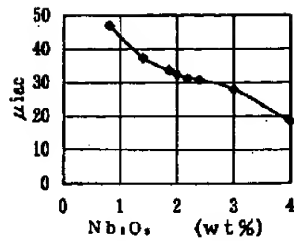
【図9】 $PbO$ 添加量と30MHzでのトロイダルQとの関係を示す図である。

【図10】 $Co_3O_4$ 添加量と初透磁率との関係を示す図である。

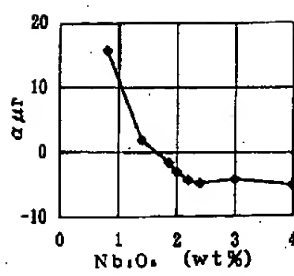
【図11】 $Co_3O_4$ 添加量と初透磁率の温度係数との関係を示す図である。

【図12】 $Co_3O_4$ 添加量と30MHzでのトロイダルQとの関係を示す図である。

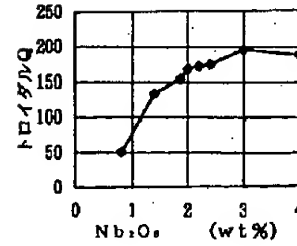
【図1】



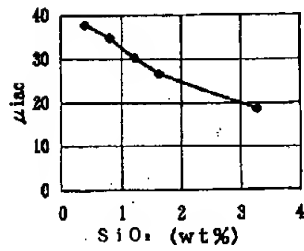
【図2】



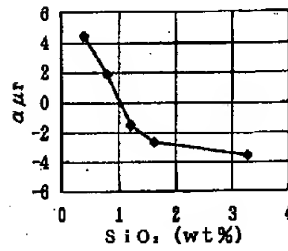
【図3】



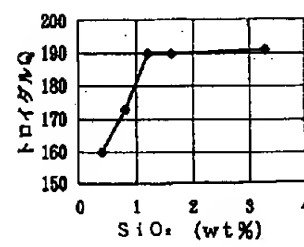
【図4】



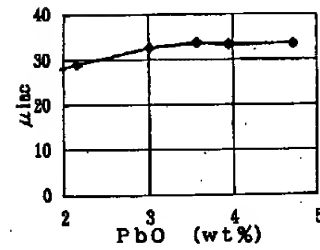
【図5】



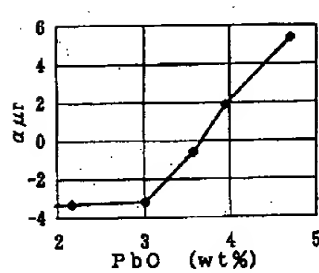
【図6】



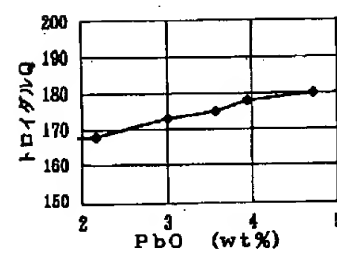
【図7】



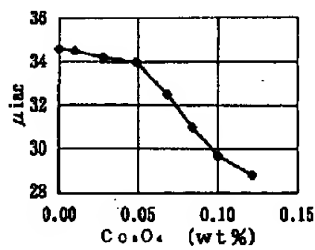
【図8】



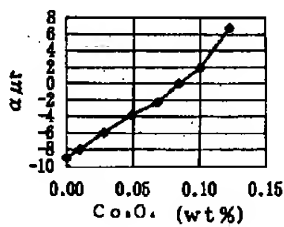
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

